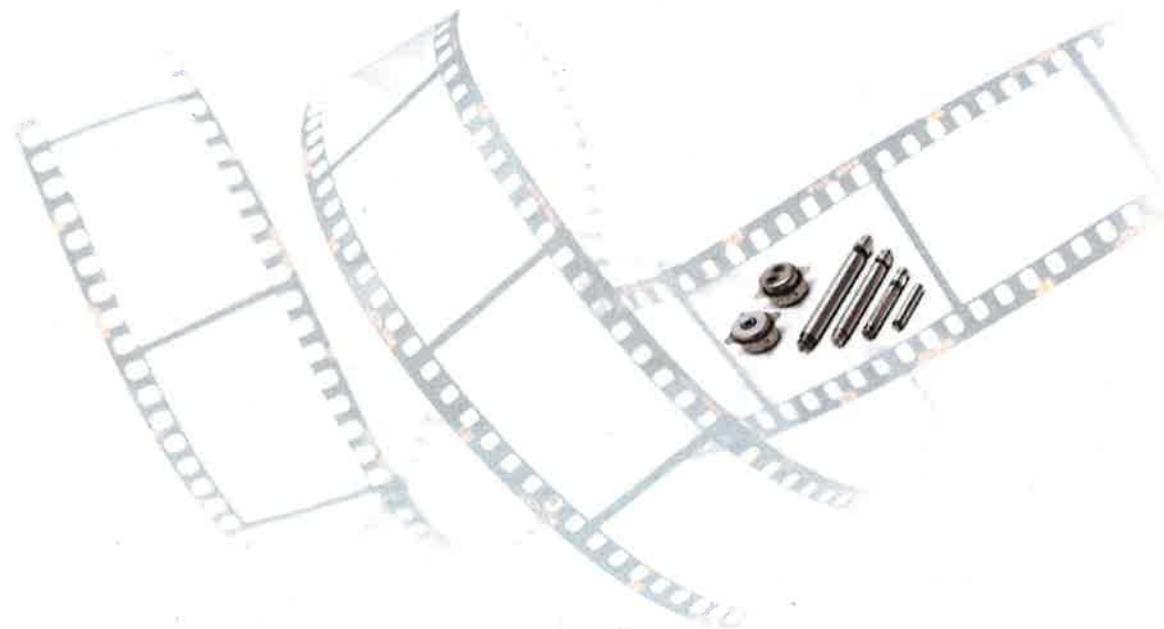


※ 非公開情報を墨消ししています

# 火工品安全性評価説明資料

株式会社ダイセル  
2020年2月7日



**DAICEL**  
The Best Solution for You

# 1. 電流遮断器とは

- 電流遮断器“PDD: Power Disconnect Device”はバッテリーの過充電、回路、電源、バッテリーの短絡や異常電流の発生の際、物理的に導電を遮断するデバイス

## 特徴

- イニシエータの燃焼ガスによりピストンを作動させバスバーと呼ばれる導電板を物理的に切断することで導電を遮断する。
- 遮断の確実性
  - ← BMS (Battery Management System) (以下、BMS)などで異常電流検知の際の点火信号により確実に導電を遮断できる。
- 遮断速度
  - ← イニシエータの燃焼ガスで作動するため遮断速度が速い。

## 機能

- 異常電流によるバッテリーや電源、回路の破壊や火災を防ぐ。
- 問題のあるバッテリーモジュールを電氣的に隔離する。
- 短絡などによる通電事故を防ぐ。

## 2. 電流遮断器の概要①

### 製造者

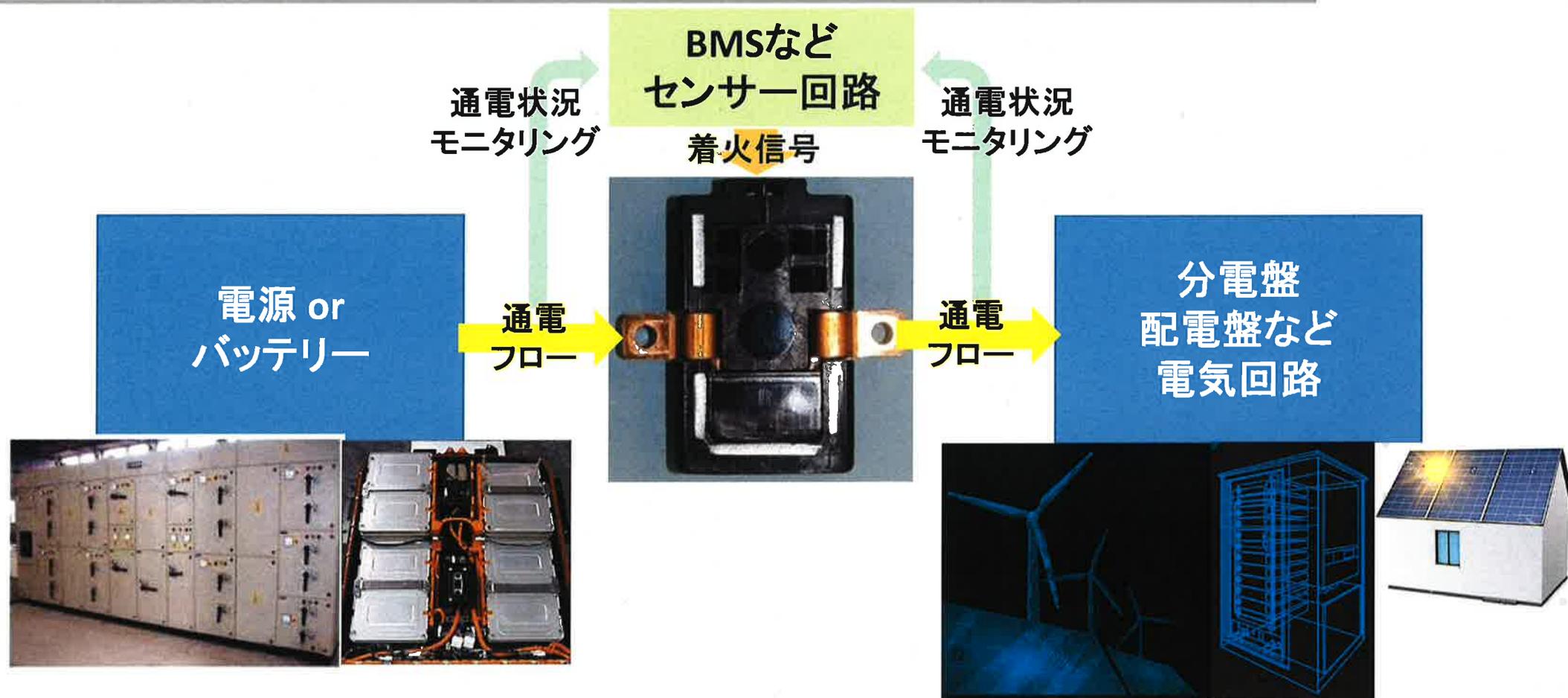
- 株式会社ダイセルは電流遮断器を製造・販売する。

### 適用分野

火薬取締法の適用を受けない火工品を指定する告示第一条の自動車に用いる火工品を除く産業用途分野

- 電源ストレージシステム、それに使用される二次電池や蓄電システム
- 無停電電源装置(UPS)
- 分電盤や配電盤などの電気回路
- 組立加工機械
- 大電流遮断試験装置

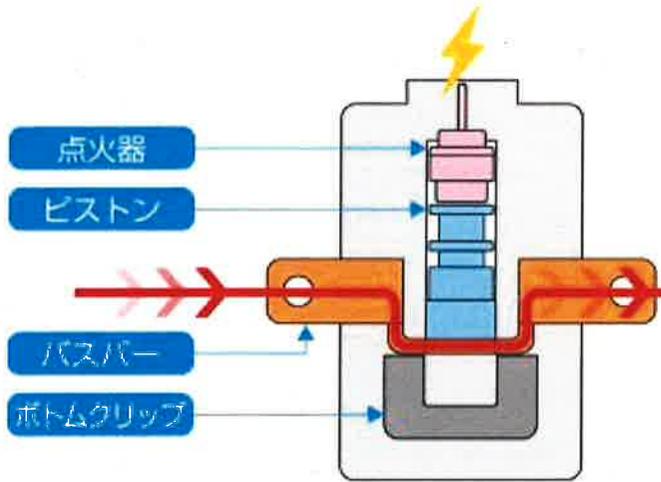
## 2. 電流遮断器の概要②



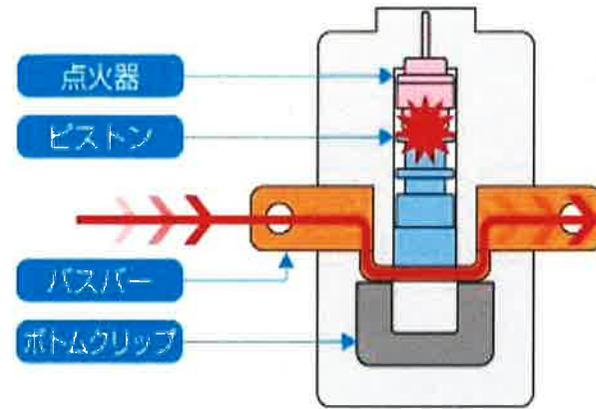
- 電流遮断器は、バッテリー過充電及び、回路、電源、バッテリーへの異常電流発生時に導電を遮断する。
- BMSなどが異常電流検知時に、点火信号を送り、電流遮断器のイニシエータが着火、ピストンが作動し、大電流を遮断する。(※次ページ参照)
- イニシエータは自動車エアバッグ用インフレーターに使用されるものを流用。

## 2. 電流遮断器の概要②

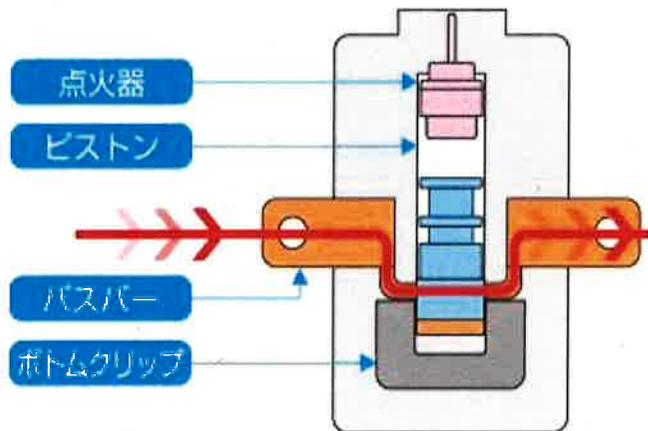
### 電流遮断器構造と作動概要



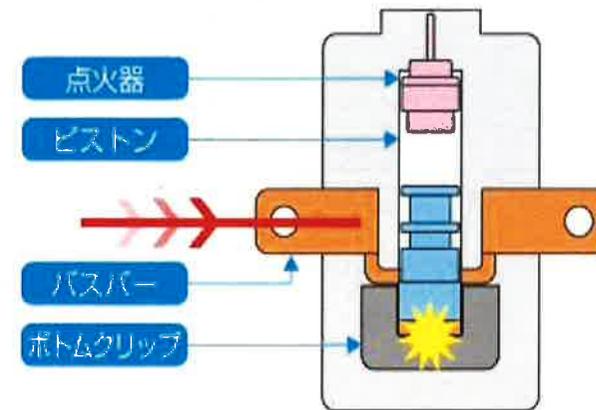
1. 異常時に  
電気シグナル  
を送る



2. 点火器  
(イニシエータ)  
が点火



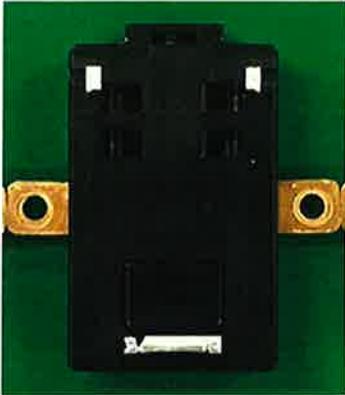
3. 燃焼ガスにより  
ピストンに  
下方向の荷重  
が掛かり  
バスバーを切断



4. 電流の  
遮断完了

## 2. 電流遮断器の概要③

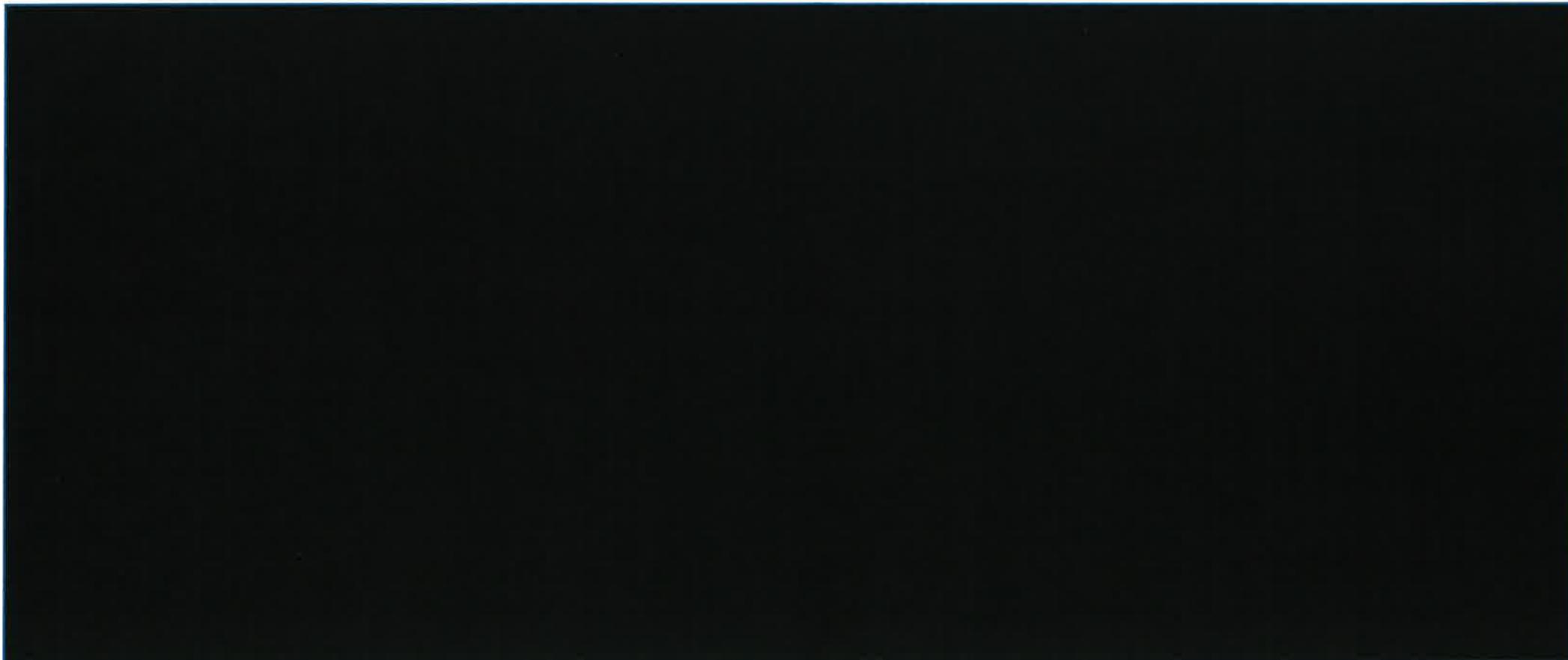
### 電流遮断器の種類、PDD3、PDD4、PDD5、PDD6

	PDD3	PDD4	PDD5	PDD6
外観				
外形寸法 (バスバー除く)	60x37x15	76x45x45	80x40x40	110x70x70
重量	< 60g	< 215g	< 250g	< 1200g
定格通電電流	200A	400A	400A	400A
遮断性能	3,000A @ 100V	12,000A @ 500V	5500A @ 915V	25000A @ 915V

- ◇ 電流遮断器はPDD3、PDD4、PDD5、PDD6があるが、基本構造は同じ。※  
客先の要望により定格通電電流値、遮断電流値が異なるためバスバーの大きさ、遮断器の大きさ、遮断器の形状は異なる。
- ※ 基本構造が同じ：火工部品であるイニシエータは金属シリンダ内に格納され、燃焼ガス噴出方向側はピストンが封止しているためイニシエータ着火の出力はシリンダ内に保持され外には出ない。

# 3. 電流遮断器の構造①

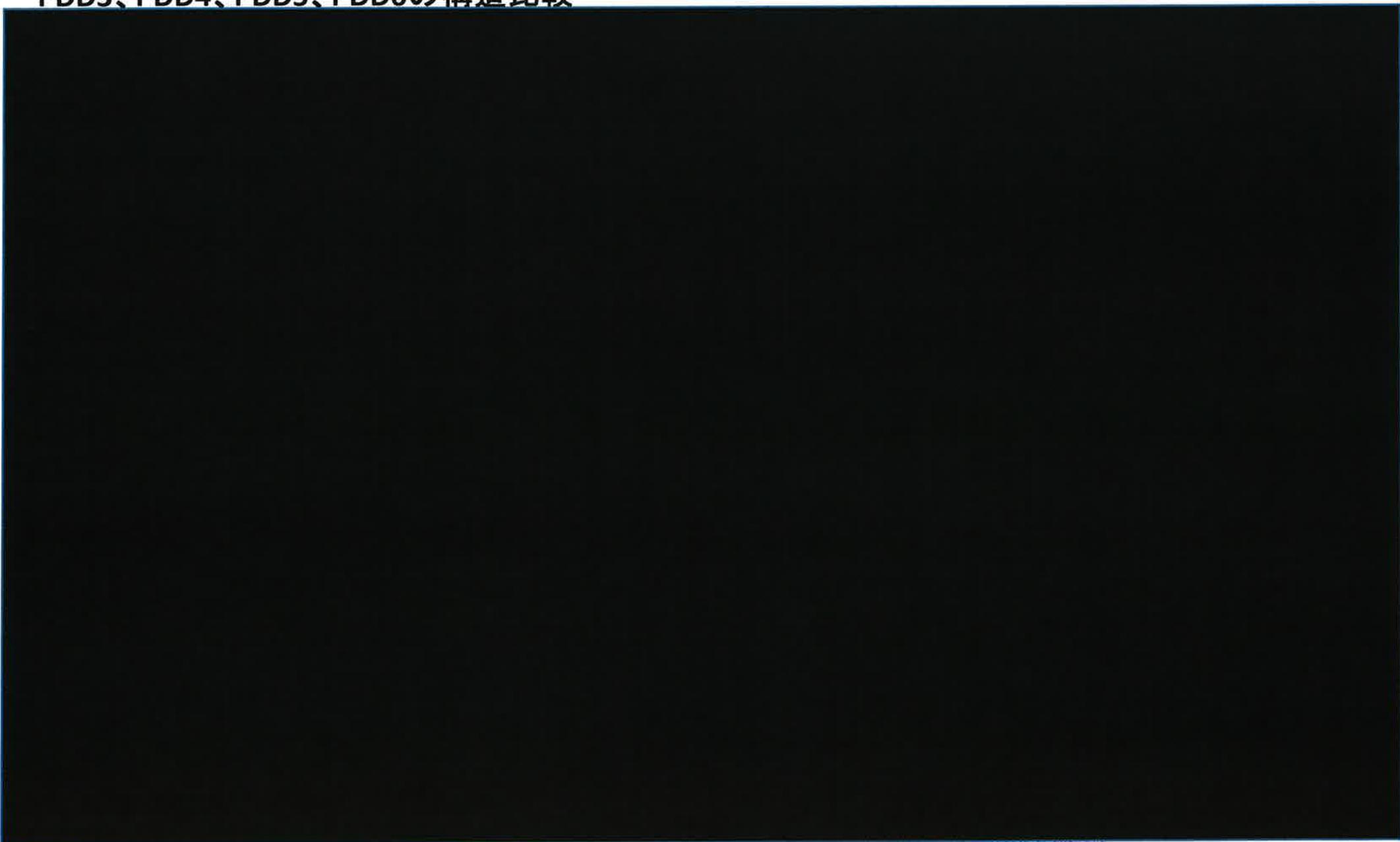
## 電流遮断器の構造分解写真



※写真は安全性評価試験を行ったPDD3

# 3. 電流遮断器の構造②

PDD3、PDD4、PDD5、PDD6の構造比較



# 電流遮断器に使用される火薬類①

火薬類は自動車エアバッグ用インフレーターに使用されているイニシエータが流用されている

## 1. 薬量、組成、反応生成物、感度(イニシエータに使用されている火薬)

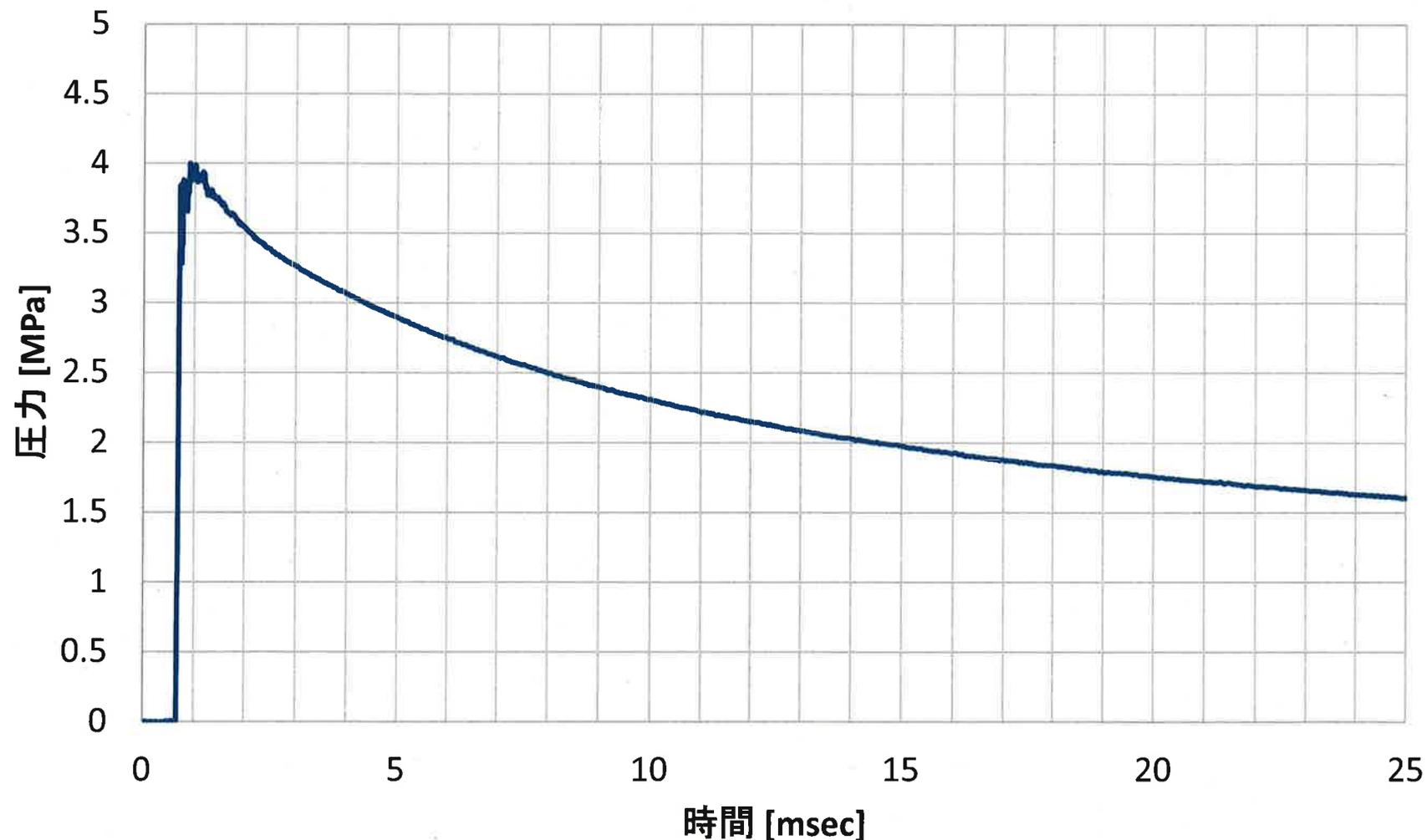
	ZPP
薬量	95mg
組成	ジルコニウム : 55wt% 過塩素酸カリウム : 43wt% バインダ : 2wt%
反応生成物	ZrO <sub>2</sub> , KCl
落鎖感度 ( 5kg )	30cm以上40cm未満(6級)
摩擦感度(BAM法)	1kgf未満(1級)
静電気感度	$8 \times 10^{-4}$ mJ
発火点温度	491°C

※データは自動車エアバッグ用インフレータのイニシエータのもの

- ◇ イニシエータのZPP薬量の製造公差は±20mg
- ◇ 薬量は95mg±20mg

## 2. 使用される火薬類の威力

### イニシエータ 10ccタンク圧力特性



イニシエータの圧力特性は供試火工品で使用されたZPP 95mgのもの

# 安全性評価試験について

火工品の安全性評価試験は、審査実施要領(内規)のⅢ.審査基準の(3)の「火工品の安全性評価基準」に従い以下の7項目の試験を実施

No	試験項目	ページ
①	外殻構造試験	12-13
②	通常点火試験	14
③	加熱試験	15
④	落下試験	16
⑤	振動試験	17
⑥	伝火(爆)試験	18
⑦	外部火災試験	19-21

# ① 外殻構造試験

【試験方法：適用除外火工品審査実施要領（内規）より】

目視及び図面により、内部の火薬類等が用意に取り出せないかどうかを調べる。  
試験は、特殊工具を用いないで分解可能な最小単位で行うこと。

【判定基準】

内部の火薬類等が、分解等によらずに容易に取り出せない構造であること。

【構造】

- ① ハウジング
- ② イニシエータ(火工品)
- ③ 金属シリンダ
- ④ ピストン
- ⑤ シリコングリース
- ⑥ Oリング
- ⑦ バスバー(導電板)
- ⑧ ボトムクリップ

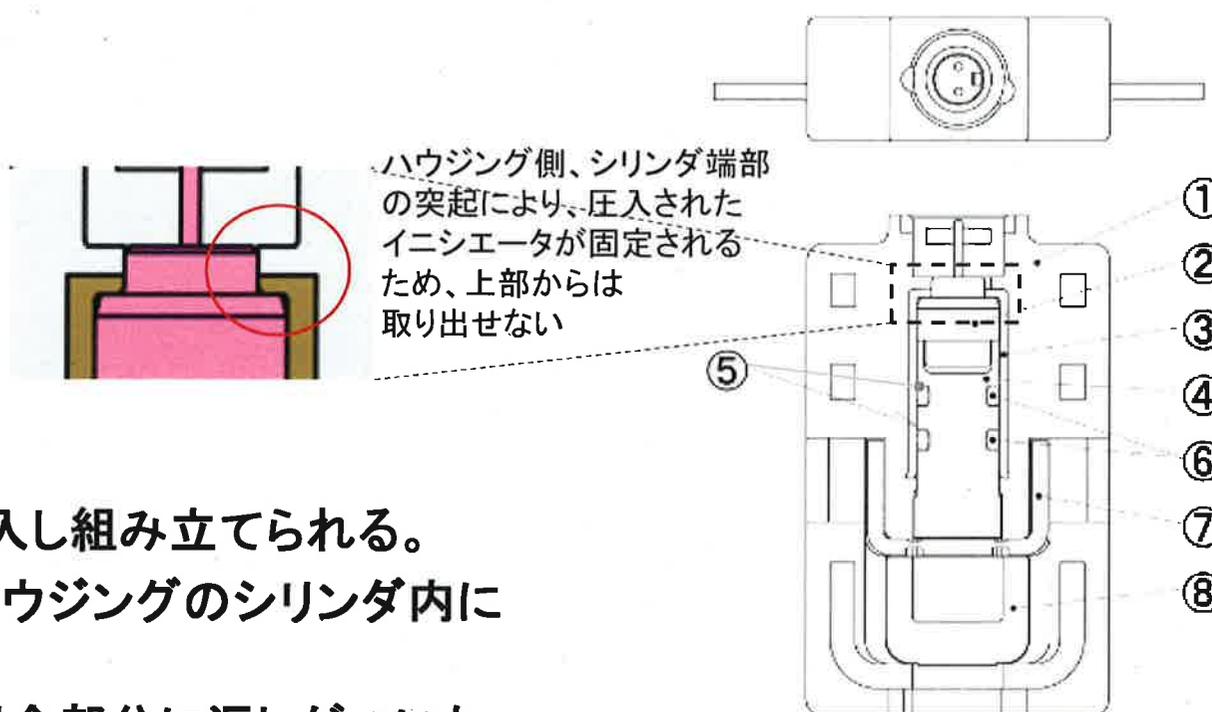
【評価】

組立はボトムクリップ側から部品を挿入し組み立てられる。

火工品のイニシエータは圧入によりハウジングのシリンダ内に固定される。

組立工程の最後で、ハウジングとの嵌合部分に返しがついたボトムクリップが圧入されるため内部の火工品を容易には取り出すことはできない。

上記結果より、外殻構造試験の判定基準を満たしており、問題ないと言える。



# ① 外殻構造試験 II

PDD3との比較によるPDD4、PDD5、PDD6の外殻構造試験(8ページ目の構造図引用)



## ②. 通常点火試験 <試験結果>

### 【試験方法】

経済産業省適用除外火工品審査実施要領による。使用環境は常温温度 $20\pm 3^{\circ}\text{C}$ で実施。

### 【判定基準】

供試火工品のすべてが、以下のイ又はロを満たし、かつ、ハを満たすこと。

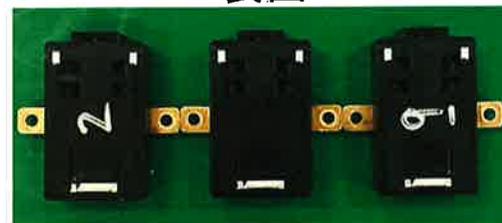
- イ 供試火工品の放出面以外の外殻の破損又は飛散物がないこと。
- ロ 火工品の外殻の一部が飛散物として飛散する場合(放出面からの飛散物を除く。)又は供試火工品が飛翔体として飛翔する場合にあっては、当該飛散物又は飛翔体が周囲に被害を与えないこと。(例えば、当該飛散物又は飛翔体の運動エネルギーが最大となるものでも8J以下であり、周囲に被害を与えないこと。)
- ハ 試験後に発生する残ガスが周囲に被害を与えないこと。

### 【試験結果】

- ・循環式恒温槽(エスペック社製 PSL-2G)を用いて、供試火工品を $20\pm 3^{\circ}\text{C}$ で4時間調温した。
- ・その後、供試火工品を通常点火させ、外観目視を実施。
- ・結果としては、外殻容器の破損や飛散物は見られなかった。  
また、ガスが噴き出すなどの現象も見られず、周囲に被害を与える事はなかった。

### <通常点火前>

表面

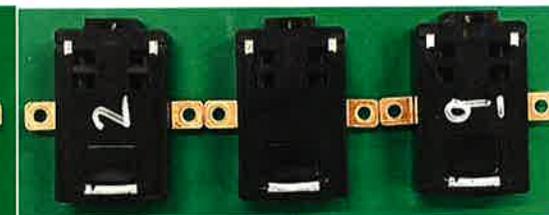


裏面



### <通常点火後>

表面



裏面



上記結果より、通常点火試験の判定基準のイ及びハを満たしており、問題ないと言える。

### ③. 加熱試験 <試験結果>

#### 【試験方法】

経済産業省適用除外火工品審査実施要領による。放冷後の通常点火試験は同じ供試体での落下試験、振動試験後実施。

#### 【判定基準】

供試火工品のすべてが、以下の要件をいずれも満たすこと。

- イ 加熱試験中に爆発や発火が起こらないこと。
- ロ 加熱試験後も外殻の破損等の損傷がなく、正常に作動すること。

#### 【試験結果】

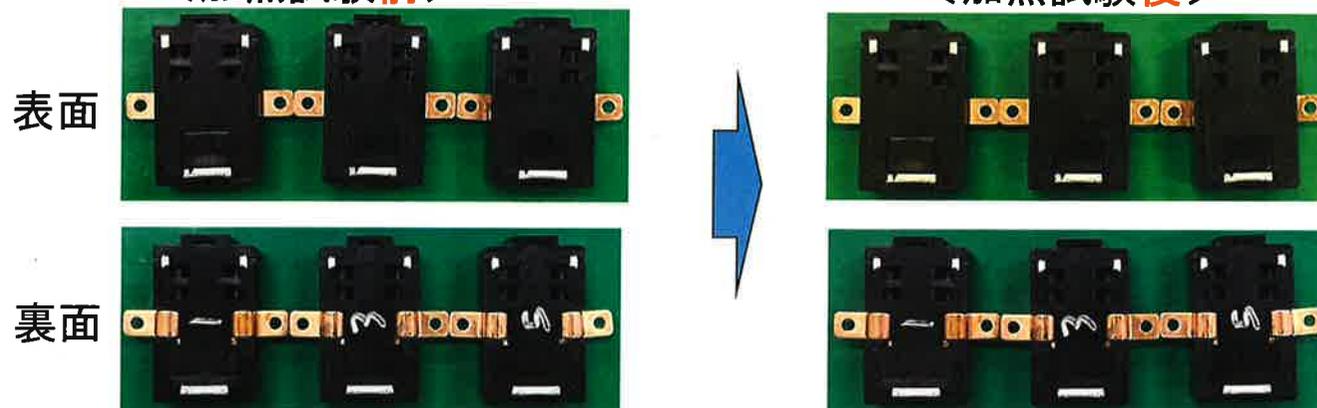
- ・循環式恒温槽(エスペック社製 PSL-2G)を用いて、供試火工品を  $75 \pm 2^{\circ}\text{C}$  で48時間加熱した。
- ・その結果、加熱試験中に発火・爆発は見られなかった。
- ・その後、供試火工品を恒温槽から取り出し、放冷後、外観で破損等を確認。

【循環式恒温槽】



<加熱試験前>

<加熱試験後>



試験後外殻の破損等の損傷は無かった。この後同じ供試火工品を落下、振動と環境条件を印加し、点火試験により判定を確認した。

## ④. 落下試験 <試験結果>

### 【試験方法】

経済産業省適用除外火工品審査実施要領による。1.5mの高さからコンクリート床にイニシエータ側を下向き（3回）供試火工品を横向き（3回）落下させた。落下後の通常点火試験は同じ供試体での振動試験後実施。

### 【判定基準】

供試火工品のすべてが、以下の要件をいずれも満たすこと。

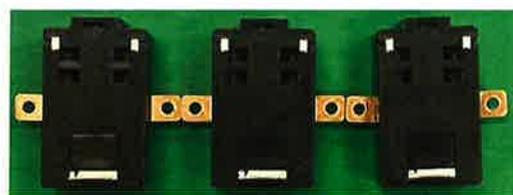
- イ 落下の衝撃による爆発や発火が起こらないこと。
- ロ 落下試験後も外殻の破損等の損傷がなく、正常に作動する(通常点火試験における要求事項を満たす)こと。

### 【試験結果】

- ・右写真に示すように、1.5mの高さから、供試火工品を2方向各3回（計6回）自然落下させた。
- ・その結果、落下の衝撃による発火や爆発は見られなかった。
- ・その後、供試火工品に対し、振動試験を実施。

<落下試験前>

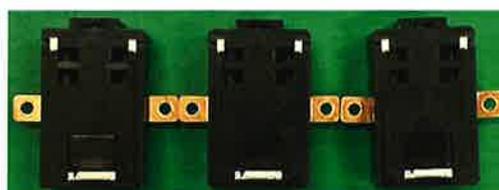
表面



裏面



<落下試験後>



落下前



下向き

横向き



試験後外殻の破損等の損傷は無かった。この後同じ供試火工品に振動環境条件を印加し、点火試験により判定を確認した。

## ⑤. 振動試験 <試験結果>

### 【試験方法】

経済産業省適用除外火工品審査実施要領による。加温・落下の環境印加した同じ供試体での振動試験後実施後、通常点火試験を実施した。

### 【判定基準】

供試火工品のすべてが、以下の要件をいずれも満たすこと。

- イ 試験中に爆発や発火が起こらないこと。
- ロ 試験後も外殻の破損等の損傷がなく、正常に作動する(通常点火試験における要求事項を満たす)こと。

### 【試験結果】

- ・右写真の振動試験装置(IMV社製 VS1450X-200)を用い供試火工品に対し、振動試験を実施した。その結果、振動試験中に発火・爆発は見られなかった。
- ・その後、供試火工品に対し、通常点火試験を実施。外殻の破損・飛散物等無く、正常に作動することを確認した。



#### <振動試験前>

表面



裏面



#### <振動試験後>

表面



裏面

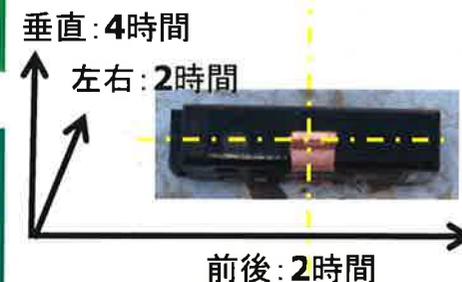


#### <通常点火試験後>

表面



裏面



加熱試験、落下試験、振動試験と同一供試火工品に環境条件を印加し、通常点火試験で問題なく正常に作動したことから、いずれの判定基準もイ及びロを満たしており、問題ないと言える。

## ⑥. 伝火（爆）試験 <試験結果>

### 【試験方法】

経済産業省適用除外火工品審査実施要領による。設定根拠は着火箇所が隣接するように、もしくは火炎が噴射する可能性がある方向に供試火工品を配置した。

### 【判定基準】

供試火工品の3対すべてが、点火していない供試火工品に伝火（爆）しないこと。

点火していない供試火工品に伝火（爆）する場合には、伝火（爆）しなくなる距離を計測し、当該火工品の通常の取扱い状況において安全上の問題がないかを確認すること。

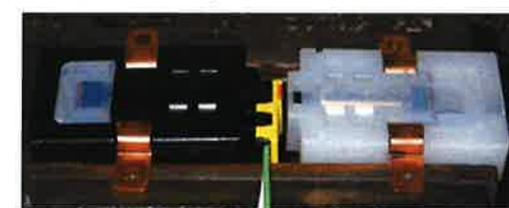
### 【試験結果】

- ・写真のように、供試火工品を配置し（3パターン）、片方を点火させた。
- ・点火後、点火させた供試火工品は、正常にピストンが作動していることを確認。点火していない供試火工品については、いずれも点火していなかった。

①イニシエータ側を向かい合わせに配置（左側を点火）

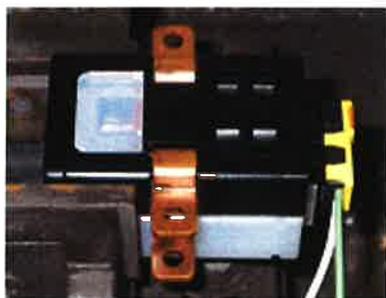


作動前

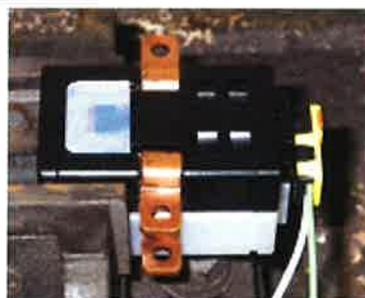


作動後

②縦重ねて配置（上側を点火）



作動前



作動後

③ボトム側を向かい合わせに配置（左側を点火）



作動前



作動後

上記結果より、伝火（爆）試験の判定基準を満たしており、問題ないと言える。

# ⑦. 外部火災試験 <試験結果>

## 【試験方法】

経済産業省適用除外火工品審査実施要領による。サンプリング個数は5個とした。

## 【判定基準】

供試火工品が、外部火災試験中に発火または爆発して、当該供試火工品の一部が飛散物として飛散しても、当該飛散物が周囲に著しい被害を与えないこと。例えば、当該飛散物の飛散距離が5m以内であり、又は、その運動エネルギーが8J以下であり、周囲に著しい被害を与えないこと。

## 【試験結果】

・右写真の試験系をセットアップし、下方に設置したバーナーより供試火工品を火炎が包むように火炎の噴射を行った。

・バーナー点火から約30秒経過後、供試火工品のハウジング樹脂の溶融が始まり樹脂部が発火した。

約3分後には供試火工品全体が火炎に包まれ燃焼し、約5分12秒後に1個目のイニシエータが発火音とともに発火、その後、1秒から1分置きに供試火工品のイニシエータが発火し、発火音が順番に聞こえた。

(～約6分57秒：2個目と3個目の間が1分、3個目と4個目の間が1秒)

・試験後、供試体ならびに飛散物を確認した。ハウジングのアルミフレーム、バスバー、シリンダなどの飛散が、有ったが、最も遠いものでハウジングのアルミフレームで2.7mであった。

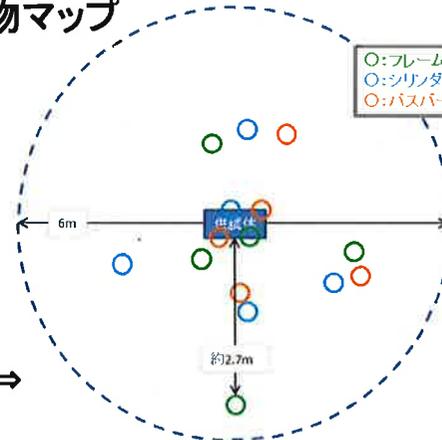
上記結果より、外部火災試験の判定基準を満たしており、問題ないと言える。

次ページ  
にて拡大⇒

## 【試験系写真】

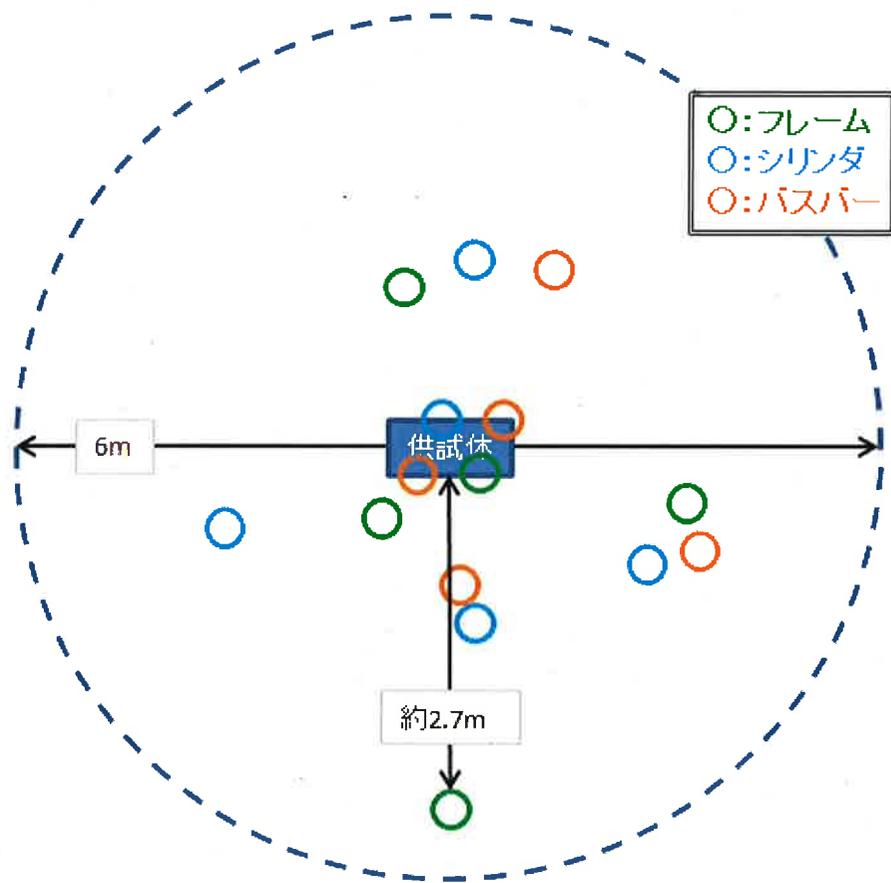


## 飛散物マップ

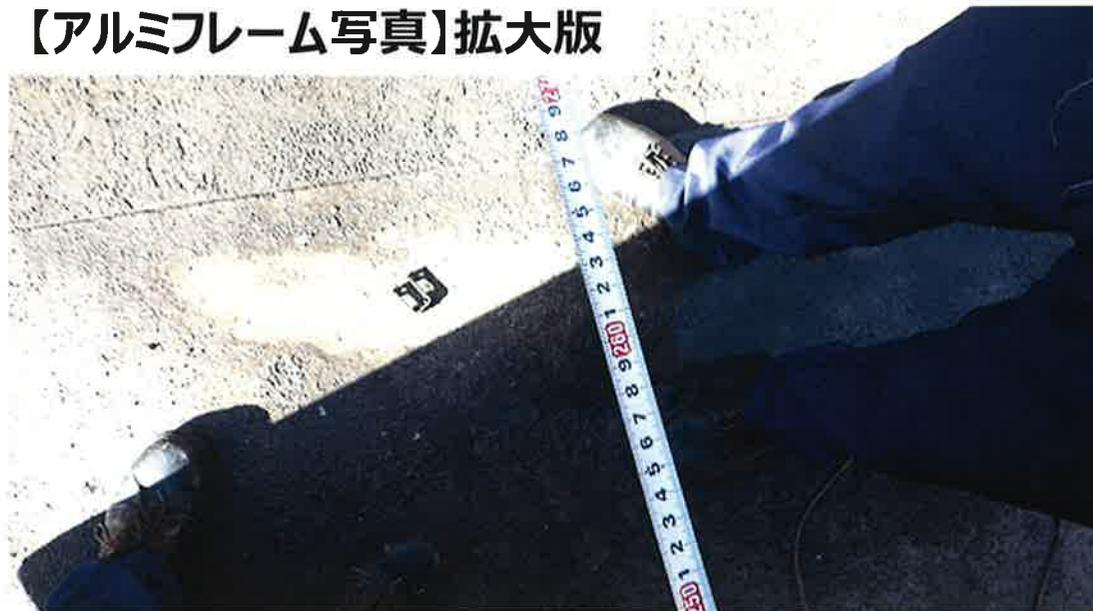


# ⑦. 外部火災試験 <結果拡大画像・セットアップイメージ図>

【飛散物マップ】拡大版

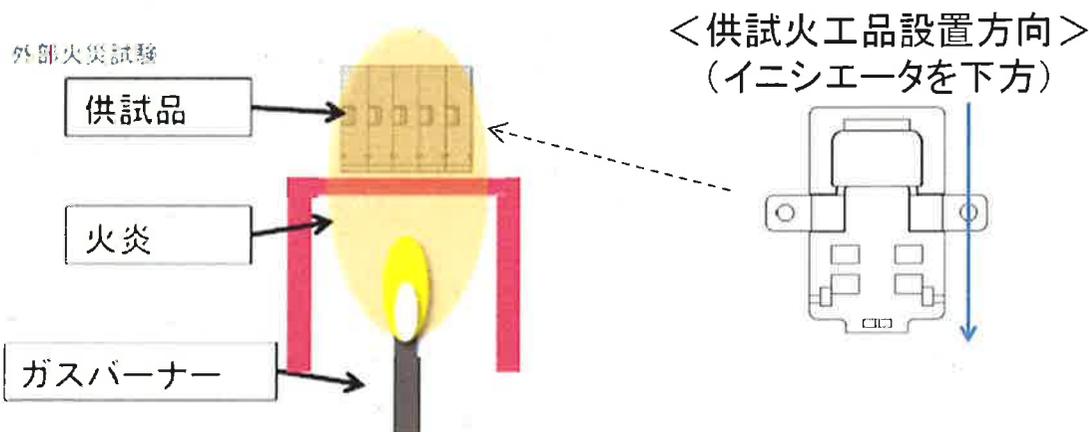


【アルミフレーム写真】拡大版



## 参考説明 ダイセル試験セットアップイメージ

1つの供試火工品に対し、5個の供試火工品が隣接する可能性があるため、サンプリング個数は5個とする。



# 電流遮断器の流通及び廃棄

## 1. 流通形態：

一般消費者への販売は行いません。当社としては事業者（電池、電装、送電設備などのメーカー）への販売となります。

また、当該製品を搭載した製品（蓄電システム、電装製品）などは需要家を登録制にして管理していただけるよう客先に要請します。

加えて、当該製品には火工部品が使用されていることを表示し、廃棄の際には製造メーカーへの返送を義務付ける様にします。

## 2. 耐用年数：

製造日より15年

## 3. 廃棄方法：

当社のインフレーターリサイクルセンターにて廃棄処理を行う

## 4. 消費するまでのプロセス

使用期間中の製品や耐用年数を経過した製品については直接の客先である事業者、もしくはリサイクル業者から当社へ製品を持ち込み、当社のインフレーターリサイクルセンターにて燃焼などによる処理後、廃棄の手順に従って廃棄を行う。

● ● ●  
**DAICEL**  
*The Best Solution for You*

